

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-183044

(P2000-183044A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/302	B 4 K 0 5 7
C 2 3 F 4/00		C 2 3 F 4/00	A 5 F 0 0 4
H 0 5 H 1/46		H 0 5 H 1/46	A

審査請求 未請求 請求項の数17 書面 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-377836

(22) 出願日 平成10年12月11日 (1998.12.11)

(71) 出願人 597125863

株式会社ケミトロニクス  
東京都東大和市立野2-703

(72) 発明者 本間 孝治

東京都東大和市立野2-703 株式会社ケ  
ミトロニクス内

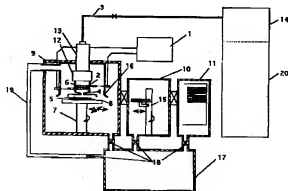
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマエッチング装置およびエッチングの方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 半導体素子や集積回路の高性能化のために、表面の平坦化と基板結晶の薄層化、およびSOIウエーハのSiO<sub>2</sub>上のSi層の極薄層化に、無歪で高精度の加工仕上げが必要である。このため、プラズマエッチングによって試料を高速エッチで均一に薄くする装置とその方法を提供する。

【解決手段】 本発明では大気圧を含むこの近傍の圧力範囲でプラズマを発生させ、活性種ガスをエッチングノズルから試料面に供給して部分的にエッチングし、ノズルと試料を相対的に移動させながら、試料全面にわたって所望の加工を行う装置構成で課題を解決する。このプラズマによって大量の活性種ガスが生成され高速の加工に対応できる。



Insulator) の結晶を一樣に薄くしたり、平坦化する装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子や集積回路は半導体ウエーハを用いてこの表面に複数形成され、製造工程の最終段階ではこの半導体ウエーハをチップ毎に切断し、パレットとして分離する、ダイシング工程がある。このダイシング工程の前には、チップの放熱効果を高めたり、またはダイシングで使用される切断工具（カッターやソー等）の消耗を減らし寿命を延ばしたりするために、半導体ウエーハはこの裏面を研磨あるいは切削によって厚さを薄くする処理が必要とされている。これまで、半導体ウエーハの基板結晶を一樣に薄くする場合に、研磨装置により半導体ウエーハの裏面に研磨布を介して平板を押し当て、研磨液を供給してウエーハと研磨布の間に研磨液を介させながら研磨する方法や、研削装置によりダイヤモンド粒子等の固い材料粒子を埋め込み固定した砥石により研削する方法が一般に知られている。また、ウエットエッチングによって基板結晶を一樣に薄くする技術も使われている。

【0003】また、半導体素子や集積回路の高性能化のために、Si では SOI ウエーハが大量に使われており、この製造には SiO<sub>2</sub> 上の Si 層を極めて薄く均一に高精度で加工仕上げする技術が必要となっている。これにも上記の従来技術が使われていた。さらに、配線層の寸法の微細化により、試料表面の凹凸が従来の規格よりさらに厳しく要求されるようになってきている。このために、試料上の局部に存在する凸部領域だけをエッチングしたい要求がある。

【0004】

【本発明が解決しようとする課題】半導体素子や集積回路が高性能化、高集積化されるに伴い、発熱量は多くなり温度上昇のためデバイスの特性が低下し、信頼度が悪くなる傾向がある。半導体基板結晶を極めて薄くする目的は、この発熱を効果的に放熱し、半導体内部の温度上昇を防ぐことである。また、半導体素子や集積回路の高性能化のために、大量に使われるようになった SOI ウエーハの製造には SiO<sub>2</sub> 上の Si 層を極めて薄く均一に高精度で、かつ無歪の加工仕上げをする技術が必要である。しかしながら、従来の研磨あるいは研削による方法では基板結晶に圧縮応力やせん断応力を加えながら加工するため薄くなるにつれて半導体ウエーハが破損しやすくなる。また、加工中には加工くず、研磨粒子、研削粒子あるいは結晶粒子などの異物が混入され、破損の要因になる。さらに、機械加工ではウエーハの加工面には、ある深さまで加工変質層が形成されていて、これを除去するために薬液を用いたウエットエッチングの後工程が追加され、工程が複雑でコストが高くなる欠点がある。また、上記、異物はチップに残存して、製造歩留り低下を誘発する要因になっている。このように、機械加工で

ウエーハの厚さを薄くする工程は、ウエーハ全体を研磨液や接着材等で汚染するため、十分に確立された高精度な洗浄技術が不可欠となり、コストが高くなる欠点がある。ウエットエッチングによって基板結晶を一樣に薄くする方法にはウエーハ表面を保護することが特に重要になり、エッチング速度が遅いので生産性が悪い欠点がある。このため、本発明はプラズマエッチングによって試料を高速エッチで均一に薄くする装置とその方法を提供し、試料面に加工歪みが残らない加工法により工程を簡略化し、極めて加工平坦度の優れた、極薄厚さの加工技術を提供し、放熱特性に優れた半導体素子あるいは集積回路の極薄チップ、Si 薄層化 SOI ウエーハや表面凹凸の平坦化処理を、高歩留りで安価に供給することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明では交流電磁場によりプラズマ室で反応ガスからイオンやラジカルを発生させ、主にラジカル原子またはラジカル分子（以下、活性種という）のエッチングガスを試料上に供給して高速加工する構成の装置を基本とし、プラズマを発生させるには大気圧を含むこの近傍の圧力で、1000 Torr 未満 10 Torr 以上の範囲を、また交流電磁場の周波数は 50 MHz 以上、2450 MHz 以下であることを特徴としている。また、活性種ガスはエッチングノズルから供給され試料面を部分的にエッチングし、ノズルと試料を相対的に移動させながら、試料全面にわたって所望の加工を行う装置構成であることを特徴としている。本発明ではプラズマ発生装置の圧力と交流電磁場の周波数は上記と同じであって、プラズマ室で生成された励起ガスをエッチングノズルから供給し、ノズル先端と試料間の領域に別系統から反応ガスを供給して、ここで活性種ガスを生成させてエッチングを行う装置構成であることを特徴としている。本発明のプラズマを発生する方式は容量結合であって、プラズマ用電極部分の構造は平行電極の少なくとも一方に多孔を有する構造を主体とした金属板と、多孔を有するガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体材料が具備されていることを特徴としている。本発明のプラズマを発生する方式は容量結合であって、電極部分の構造は対向する電極板がガラスの流れる方向に向けて交互に配置した構造であって、上記少なくとも一方の電極にはガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体材料が具備されていることを特徴としている。本発明のプラズマを発生する方式は容量結合であって、この電極部分の構造は少なくとも一方の電極が針状細線を密集した部品からなることを特徴としている。本発明のプラズマを発生する方式は誘導結合方式であって、この構造はガラス

やセラミックス等からなる中空部品にコイルを巻いた形状であることを特徴としている。本発明のプラズマを発生する部分の構造は導波管の中にガラス、セラミックス等の中空部品を配置した形状であることを特徴としている。本発明の活性種ガスを供給するエッチングノズルの先端の開口部の断面形状は丸形、楕円、方形あるいは帯状であることを特徴としている。

【0006】本発明による大気圧を含むこの近傍の圧力範囲を使ったプラズマは活性種ガスの高濃度化が実現され、これによってエッチレートが速くなる、高真空を必要としないので試料の交換時間が短くなるため生産性を向上できる特徴がある。また、本発明の真空度は大気もしくは10 Torrまでの低真空でよいので、真空排気系が従来のドライエッチング装置に比べて極端に簡略化され部品が低コスト化できるため、装置コストが低廉になる特徴がある。本発明による活性種ガスをノズルで供給してエッチングする方法は加工歪みがなく、また部分的な凸部領域を平坦化することができる特徴がある。このため、本発明による装置は基板結晶の薄層化、試料表面の平坦化およびSOIウエハ製造におけるSiの薄層化に最適であり、従来、この後工程である洗浄や加工における廃液処理設備のコストを大幅に軽減できる特徴がある。本発明は主にSiやGaAs半導体結晶のエッチングに適用され、反応ガスには例えばSiにはハロゲン化合物ガスのSF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>、CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>等またはこれを含む混合ガスが、GaAsには主に塩素または酸素系ガス、HCl、SiCl<sub>4</sub>、Br<sub>2</sub>、HBr、BCl<sub>3</sub>、CCl<sub>4</sub>、CB<sub>3</sub>F<sub>3</sub>等のガスまたはこれを含む混合ガスが使われる。また、特にこれらのガス構成に水素を10%以下またはアンモニアガスを20%以下（いずれもはハロゲン化合物ガスに対する割合）の比率で混合することによりミラー仕上りの表面が得られる。本発明のプラズマエッチング装置には以上述べたエッチング部の他に、排気ガスを処理する除外装置も具備されている。

#### 【0007】

##### 【発明の実施の形態】実施例1

図1と図2と図3は本発明によるプラズマエッチング装置の実施例である。図1は装置全体の構成の概略図である。ガス供給装置14から反応ガス管3によりSF<sub>6</sub>と水素ガスとHeの混合ガスを流し、発振器1と電極2でプラズマを発生させ、前記、混合ガスが活性化され、活性種ガスとなってエッチングノズル4で絞り込まれて密度の高い局部ビームが半導体ウエハ5の表面に供給される。電極領域の真空度は約10 Torr、発振器の周波数は5 KHzで安定な放電がえられる。電極2は容量結合方式の平行電極型プラズマ発生源で、該条件では放電密度が高くなるためにS<sub>i</sub>のエッチングレートは今までの数倍に速くなる特徴がある。半導体ウエハ5（試料ともいう）は、はじめ試料交換室11に挿入さ

れ、ここから搬送機構15によりエッチング室9の移動台8に固定セットされる。移動台8は試料移動機構7によってX-Y方向あるいはX-θ方向に移動することができる。エッチングノズル4からでた活性種ガスによる局部ビームと移動台8の移動機構によって半導体ウエハ5を全面にわたって均一な厚みにエッチングしたり、凸部領域だけをエッチングすることが可能になる。また、エッチングされる試料の周辺には吸引作用のある圧力調整室16を配備し、浮遊するガスを排気管19を経て効果的に排気する構成になっている。排気管はエッチング室9、排気ヘッド16、試料交換室11および搬送室10にそれぞれゲートバルブ18を介して配管され、各々が排気される。本発明の排気系の到達真空度は使用圧力より約1桁以上であればよいので、従来の構成よりも大幅に安価になる。エッチング室9と排気ヘッド16から出た排気ガスはガス処理装置17を経て、除害して排気される。図2はプラズマ発生領域とエッチングノズル24および半導体ウエハ5の周辺の詳細図である。

電極22は対向した2つの多孔を有する金属板によって構成されている。これは例えば数μmから数mmの孔のあいたメッシュ板で、この孔がガスが通過する。大気圧近傍の放電を安定にするためにこのメッシュ板に多孔を有する誘電体201が配置されている。これはメッシュ板と積層されていてもよく、誘電体膜がメッシュ板に被覆されていてもよい。電極は電極端子30-1、30-2に接続され、発振器から整合回路を経て電力が供給され、電極22の間にプラズマ領域206が形成される。反応管入口205から入った反応ガスは電極近傍で活性種ガスに生成され、下方の電極18から抜けて、エッチングノズル24から試料に供給される。また、エッチングノズル24は反応ガス供給管23と結合部22によって固定され、エッチングノズル24の交換が容易に行える構成である。また、この周辺に吸引作用のある圧力調整室26を配備し、浮遊するガスを排気口27を経て効果的に排気する構成になっている。この圧力調整室26はプラズマ発生領域の圧力を調整、制御する作用もする。ガスを放出するエッチングノズル先端の断面形状は丸形、楕円、方形あるいは帯状の任意の形状でよい。図3に帯状の形状の例を示す。電極32-1、32-2は対向した2つの帯状の金属格子板によって構成されている。この金属格子板に孔のあいた誘電体31-1、31-2がそれぞれ配置され、それぞれの電極に電極端子30-1、30-2が取り付けられている。このような形状のノズルは試料面を均一に削って行くエッチングの場合には、移動台の送り量を少なくできエッチングの処理時間の短縮に効果的である。同図（a）のようにエッチングノズル24の絞った先端の絞り口24-1にビーム整形部24-2を設けた構造であってよい。これは半導体ウエハ25とエッチングノズル24の空隙に活性種ガスが閉じ込められようとする構成をとることでエッチングを

効率よく行うことができる。

#### 【0008】実施例2

本発明による容量結合型電極部分の他の実施例を図4に示す。電極42はガスの流れる方向45、48に向けて電極板42-1、42-2を交互に配置した構造であって、上記少なくとも一方の電極にはガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体41-1、41-2が具備されている。本発明の構造は対向電極面積を限られた中で大きくとれるので、プラズマ発生領域206でのプラズマの量が增大でき、エッチング速度を大きくできる特徴がある。

#### 【0009】実施例3

本発明による容量結合型電極部分の別の実施例を図5に示す。電極52の構造は平行電極52-1、52-2から少なくとも一方にガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体51-1、51-2が具備されている。

#### 【0010】実施例4

本発明による容量結合型電極部分の別の実施例を図6に示す。電極62の構造は針状細線を密集した電極62-2と平板電極62-1とからなり少なくとも一方の平板電極62-1表面にガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体61が具備されている。

#### 【0011】実施例5

本発明による容量結合型電極部分の別の実施例を図7と図8に示す。一方は平板電極72-1、82-1であり、他方は筒型もしくはL型電極72-2、72-3、82-2、82-3である。図7のノズル74は絶縁体で構成されているのに対して図8の場合は金属であって、これが他方の電極を兼ねている。各電極にはガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体61が具備されている。

#### 【0012】実施例6

本発明による誘導結合方式による装置の実施例を図9に示す。反応ガスである、SF<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、Heからなる混合ガスを反応ガス入口91から供給する。石英ガラスからなる2重の円筒管93の外側にコイル92を巻き、これには整合回路を経て4KHzの交流電流を流す。内外石英円筒管のすき間には冷媒体出入口98-1、98-2から冷却用のガスまたは液体が送られている。反応ガスは誘導コイルによってプラズマ化され、活性種ガスはエッチングノズル94から半導体ウエハー95の表面に供給される。プラズマ発生の真空度は約150 Torrになるよう圧力調整室96と排気90によって制御される。試料95は静電チャック、機械的圧力、真空チャック等の方法で固定され、移動台によって試料全面が所望のエッチングが達成される。全体の装置の構成は実施例1と同様である。

#### 【0013】実施例7

本発明によるマイクロ波結合方式による装置の実施例を図10に示す。反応ガスである、SF<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、Heから

なる混合ガスを反応ガス入口101から供給する。A1203からなる円筒管103を導波管の中を通し、2450MHzのマイクロ波102で反応ガスを励起する。反応ガスはプラズマ化され、活性種ガスはエッチングノズル104によって半導体ウエハー105の表面に供給される。プラズマ発生の真空度は約150 Torrになるよう圧力調整室106と排気100によって制御される。プラズマ発生領域の周辺は冷却用ノズルからガスを吹き付けて冷却する。試料105は静電チャック、機械的圧力、真空チャック等の方法で固定され、移動台によって試料全面に所望のエッチングが達成される。全体の装置の構成は実施例1と同様である。

#### 【0014】実施例8

本発明による別の方式による活性種ガスを生成する装置の実施例を図11に示す。HeとN<sub>2</sub>からなる混合ガスをプラズマ発生の領域に導入して励起ガスを生成して励起ガスノズル114から被加工物である半導体ウエハー115表面に供給する。また、SF<sub>6</sub>かこれをN<sub>2</sub>等で希釈した混合ガスを反応ガスノズル111、112から供給する。この反応ガスは励起ガスによって活性化され試料面にF、SF<sub>x</sub>の活性種ガス領域110が生成され、これによってSiがエッチングされる。プラズマを発生するエッチングノズルに関する装置の構造は実施例1から7までに述べたものと同様である。また、上記励起用ガスにはHe、N<sub>2</sub>のほかAr、あるいはメタン、エタン、エチレン等の炭化水素系有機ガスあるいはこれらの混合ガスであってもよい。

【0015】以上、本発明で被加工物である試料は半導体ウエハーに関して述べてきたが、本発明の主旨から試料の材料に限定されるものではなく、例えばガラス板あるいは高分子樹脂フィルムや板等の処理に本発明の装置と方法を用いてもよいことは言うに及ばない。例えば反応ガスに酸素を主体として活性種ガスを生成し、これで前記試料の表面を処理すると表面の改質がおこなわれ、親水性の状況が部分的に、任意の場所に形成することができると特徴がある。これを用いた応用ははかりしれない。

#### 【0016】

【発明の効果】(1) 大気圧を含むこの近傍の圧力範囲を使ったプラズマは活性種ガスの高濃度化によりエッチレートが速くなり、生産性を向上させた。

(2) 真空度は大気もしくは10 Torrまでの低真空でよいので、真空排気系が従来のドライエッチング装置に比べて極端に簡略化された装置コストが低廉になり、試料の交換時間が短くなった。

(3) 活性種ガスをノズルで供給してエッチングするので加工歪みがなく、また部分的な凸部領域を平坦化することができ、基板結晶の薄層化、試料表面の平坦化およびSOIウエハー製造におけるSiの薄層化に適用于、洗浄や加工における廃液処理設備のコストを大

幅に軽減できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置の全体構成の概略図。

【図2】本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置のプラズマ発生領域とエッチングノズルの詳細図。

【図3】本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置の他のプラズマ発生領域とエッチングノズルの詳細図。

【図4】本発明の実施例2である容量結合型電極部分の側断面図。

【図5】本発明の実施例3である容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。

【図6】本発明の実施例4である容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。

【図7】本発明の実施例5である容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。

【図8】本発明の実施例5である別の容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。

【図9】本発明の実施例6である誘導結合方式による装置の概略図。

【図10】本発明の実施例7であるマイクロ波結合方式による装置の概略図。

【図11】本発明の実施例8である別の方式による活性種ガスを生成する装置の概略図。

【符号の説明】

- 1…発振器
- 2…電極
- 3…反応ガス管
- 4、24、34、54、64、74、84、94、10 30
- 4…エッチングノズル
- 5、25、95、105、115…半導体ウエハ
- 6、206…プラズマ発生領域
- 7…試料移動機構
- 8、28…移動台
- 9…エッチング室
- 10…搬送室

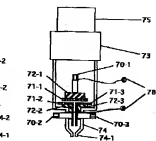
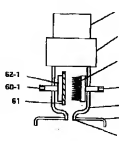
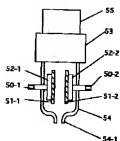
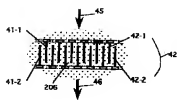
- \* 11…試料交換室
- 12、53、63、73、83…結合部
- 13、23、55、65、75、85…反応ガス供給管
- 14…ガス供給装置
- 15…搬送機構
- 16、26、96、106…圧力調整室
- 17…排気装置及びガス処理装置
- 18…ゲートバルブ
- 19…ガス排気管
- 20…制御装置
- 21…半導体素子回路
- 24-1、34-1…絞り口
- 24-2、34-2…ビーム整形部
- 27、47…排気口
- 29…ウエハ保持部
- 30-1、30-2、50-1、50-2、60-1、60-2、70-1、70-2、70-3、80-1、80-2、80-3…電極端子
- 32-1、32-2、42、52-1、52-2、62-1、62-2、72-1、72-2、72-3、82-1、82-2、82-3…電極
- 201、31-1、31-2、41-1、41-2、51-1、51-2、61、71-1、71-2、71-3、81-1、81-2、81-3…誘電体
- 42-1、42-2…電極板
- 45…反応ガス
- 46…活性種ガス
- 91、101、205…反応ガス入口
- 92…コイル
- 93…励起ガス管
- 98-1、98-2…冷却媒体出入口
- 99…電磁気遮閉部
- 102…マイクロ波
- 103…励起ガス管
- 110…活性種ガス領域
- 111、112…反応ガスノズル
- \* 114…励起ガスノズル

【図4】

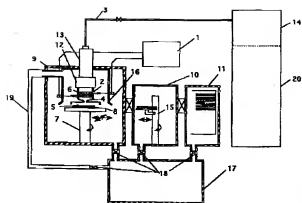
【図5】

【図6】

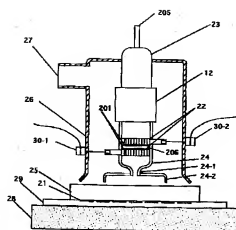
【図7】



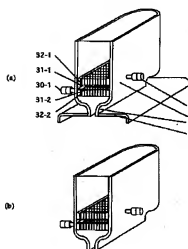
【图 1】



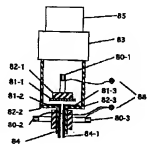
【圖2】



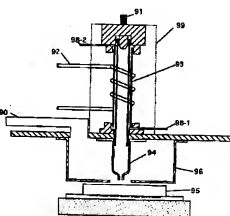
【圖3】



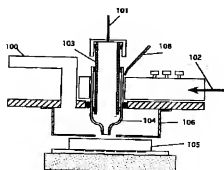
【圖8】



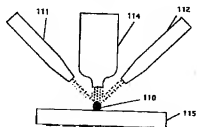
【圖9】



【圖 10】



【圖 1 1】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K057 DA02 DA20 DB06 DX03 DE01  
DE06 DE11 DE14 DE20 DM05  
DM28 DM29 DM40 DN01  
5F004 AA00 BA03 BA04 BA20 BB11  
BB18 BB28 BB29 BB30 BC08  
DA00 DA01 DA02 DA04 DA05  
DA10 DA11 DA13 DA17 DA18  
DA22 DA23 DA24 DA25 DB01  
EB08

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成18年3月23日(2006.3.23)

【公開番号】特開2000-183044(P2000-183044A)

【公開日】平成12年6月30日(2000.6.30)

【出願番号】特願平10-377836

【国際特許分類】

【手続補正書】

【提出日】平成17年11月15日(2005.11.15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

【課題を解決するための手段】

請求項1に示す発明では交流電磁場によりプラズマ室で反応ガスからイオンやラジカルを発生させ、主にラジカル原子またはラジカル分子（以下、活性種という）のエッチングガスを試料上に供給して高速加工する構成の装置を基本とし、プラズマを発生させるには大気圧を含むこの近傍の圧力で、1000Torr未満10Torr以上の範囲を、また交流電磁場の周波数は500Hz以上、2450MHz以下であることを特徴としている。また、活性種ガスはエッチングノズルから供給され試料面を部分的にエッチングし、ノズルと試料を相対的に移動させながら、試料全面にわたって所望の加工を行う装置構成であることを特徴としている。請求項2に示す発明ではプラズマ発生圧力と交流電磁場の周波数は上記と同じであって、プラズマ室で生成された励起ガスをエッチングノズルから供給し、ノズル先端と試料間の領域に別系統から反応ガスを供給して、ここで活性種ガスを生成させてエッチングを行う装置構成であることを特徴としている。請求項3に示す発明はプラズマを発生する方式は容量結合であって、プラズマ用電極部分の構造は平行電極の少なくとも一方に多孔を有する構造を主体とした金属板と、多孔を有するガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体材料が具備されていることを特徴としている。請求項4に示す発明はプラズマを発生する方式は容量結合であって、電極部分の構造は対向する電極板がガスの流れる方向に向けて交互に配置した構造であって、上記少なくとも一方の電極にはガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体材料が具備されていることを特徴としている。請求項5に示す発明はプラズマを発生する方式は容量結合であって、この電極部分の構造は平行電極からなり少なくとも一方にガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体材料が具備されていることを特徴としている。請求項6に示す発明はプラズマを発生する方式は容量結合であって、この電極部分の構造は少なくとも一方の電極が針状細線を密集した部品からなることを特徴としている。請求項7に示す発明はプラズマを発生する方式は誘導結合方式であって、この構造はガラスやセラミックス等からなる中空部品にコイルを巻いた形状であることを特徴としている。請求項8に示す発明のプラズマを発生する部分の構造



は導波管の中にガラス、セラミックス等の中空部品を配置した形状であることを特徴としている。請求項9に示す発明の活性種ガスを供給するエッチングノズルの先端の開口部の断面形状は丸形、楕円、方形あるいは帯状であることを特徴としている。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明による大気圧を含むこの近傍の圧力範囲を使ったプラズマは活性種ガスの高濃度化が実現され、これによってエッチレートが速くなる、高真空を必要としないので試料の交換時間が短くなるため生産性を向上できる特徴がある。また、本発明の真空度は大気もしくは1.0 Torrまでの低真空でよいので、真空排気系が従来のドライエッチング装置に比べて極端に簡略化され部品が低コスト化できるため、装置コストが低廉になる特徴がある。本発明による活性種ガスをノズルで供給してエッチングする方法は加工歪みがなく、また部分的な凸部領域を平坦化することができる特徴がある。このため、本発明による装置は基板結晶の薄層化、試料表面の平坦化およびSOIウエーハ製造におけるSiの薄層化に最適であり、従来、この後工程である洗浄や加工における廃液処理設備のコストを大幅に軽減できる特徴がある。本発明は主にSiやGaAs半導体結晶のエッチングに適用され、反応ガスには例えばSiにはハロゲン化合物ガスのSF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>、CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、CCl<sub>4</sub>、CBrF<sub>3</sub>等またはこれを含む混合ガスが、GaAsには主に塩素または臭素系のCl<sub>2</sub>、HCl、SiCl<sub>4</sub>、Br<sub>2</sub>、HBr、BCl<sub>3</sub>、CCl<sub>4</sub>、CBrF<sub>3</sub>等のガスまたはこれを含む混合ガスが使われる。また、特にこれらのガス構成に水素を1.0%以下またはアンモニアガスを2.0%以下（いずれもはハロゲン化合物ガスに対する割合）の比率で混合することによりミラー仕上りの表面が得られる。本発明のプラズマエッチング装置には以上述べたエッチング部の他に、排気ガスを処理する除塵装置も具備されている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

【発明の実施の形態】実施例1

図1と図2と図3は本発明によるプラズマエッチング装置の一実施例である。図1は装置全体の構成の概略図である。ガス供給装置14から反応ガス管3によりSF<sub>6</sub>と水素ガスとH<sub>2</sub>eの混合ガスを流し、発振器1と電極2でプラズマを発生させ、前記、混合ガスが活性化され、活性種ガスとなってエッチングノズル4で絞り込まれて密度の高い局部ビームが半導体ウエーハ5の表面に供給される。電極領域の真空度は約1.0 Torr、発振器の周波数は5 KHzで安定な放電がえられる。電極2は容量結合方式の平行電極型プラズマ発生源で、該条件では放電密度が高くなるためにSiのエッチングレートは今までの数倍に速くなる特徴がある。半導体ウエーハ5（試料ともいう）は、はじめ試料交換室11に挿入され、ここから搬送機構15によりエッチング室9の移動台8に固定セットされる。移動台8は試料移動機構7によってX-Y方向あるいはX-θ方向に可動することができる。エッチングノズル4からでた活性種ガスによる局部ビームと移動台8の移動機構によって半導体ウエーハ5を全面にわたって均一な厚みにエッチングしたり、凸部領域だけをエッチングすることが可能になる。また、エッチングされる試料の周辺には吸引作用のある圧力調整室16を配備し、浮遊するガスを排気管19を経て効果的に排気する構成になっている。排気部はエッチング室9、圧力調整室16、試料交換室11および搬送室10にそれぞれゲートバルブ18を介して配管され、各々が排気される。本発明の排気系の到達真空度は使用圧力より約1桁以上であればよいので、従来の構成よりも大幅に安価になる。エッチング

室9と圧力調整室16から出た排気ガスはガス処理装置17を経て、除害して排気される。図2はプラズマ発生領域とエッチングノズル24および半導体ウエハ25周辺の詳細図である。電極22は対向した2つの多孔を有する金属板によって構成されている。これは例えば数 $\mu\text{m}$ から数 $\text{mm}$ の孔のあいたメッシュ板で、この孔をガスが通過する。大気圧近傍の放電を安定にするためにこのメッシュ板に多孔を有する誘電体201が配置されている。これはメッシュ板と積層されていてもよく、誘電体膜がメッシュ板に被覆されていてもよい。電極は電極端子30-1、30-2に接続され、発振器から整合回路を経て電力が供給され、電極22の間にプラズマ領域206が形成される。反応管入口205から入った反応ガスは電極近傍で活性種ガスに生成され、下方の電極孔から抜けて、エッチングノズル24から試料に供給される。ここで、24-1はノズル先端部の絞り口を、24-2はガスビーム整形部を示す。また、エッチングノズル24は反応ガス供給管23と結合部22によって固定され、エッチングノズル24の交換が容易に行える構成である。また、この周辺に吸引作用のある圧力調整室26を配備し、浮遊するガスを排気口27を経て効果的に排気する構成になっている。この圧力調整室26はプラズマ発生領域の圧力を調整、制御する作用もする。ガスを放出するエッチングノズル先端の断面形状は丸形、楕円形、方形あるいは帯状の任意の形状でよい。図3は帯状の形状の例を示す斜視断面図である。同図(a)において、電極32-1、32-2は対向した2つの帯状の金属格子板によって構成されている。この金属格子板に孔のあいた誘電体31-1、31-2がそれぞれ配置され、それぞれの電極に電極端子30-1、30-2が取り付けられている。このような形状のノズルは試料面を均一に削って行くエッチングの場合には、移動台の送りを少なくできエッチングの処理時間の短縮に効果的である。また、図2と同様にエッチングノズル34の絞った先端の絞り口34-1にビーム整形部34-2を設けた構造であってもよい。これは半導体ウエハとエッチングノズルの空隙に活性種ガスが閉じ込められような構成をとるのでエッチングを効率よく行うことができる。また、同図(b)は、ビーム整形部を持たない場合の斜視断面図であり、各部の構成は同図(a)と同一であるので、記述を省略する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

実施例3

本発明による容量結合型電極部分の別の実施例を図5に示す。電極の構造は平行電極52-1、52-2からなり少なくとも一方にガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体51-1、51-2が具備されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

実施例5

本発明による容量結合型電極部分の別の実施例を図7と図8に示す。一方は平板電極72-1、82-1であり、他方は筒型もしくはL型電極72-2、72-3、82-2、82-3である。図7のノズル74は絶縁体で構成されているのに対して図8の場合のノズル84は金属であって、これが他方の電極を兼ねている。各電極にはガラス、セラミックス等の固体からなる誘電体71-1、71-2、71-3、81-1、81-2、81-3が具備されている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0013  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0013】

#### 実施例7

本発明によるマイクロ波結合方式による装置の実施例を図10に示す。反応ガスである、SF<sub>6</sub>、H<sub>2</sub>、Heからなる混合ガスを反応ガス入口101から供給する。A1203からなる円筒管103を導波管の中を通し、2450MHzのマイクロ波102で反応ガスを励起する。反応ガスはプラズマ化され、活性種ガスはエッチングノズル104によって半導体ウエハ105の表面に供給される。プラズマ発生の真空度は約15 Torrになるよう圧力調整室106と排気100によって制御される。プラズマ発生領域の周辺は冷却用ノズル108からガスを吹き付けて冷却する。試料105は静電チャック、機械的圧力、真空チャック等の方法で固定され、移動台によって試料全面に所望のエッチングが達成される。全体の装置の構成は実施例1と同様である。

【手続補正7】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】図面の簡単な説明  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置の全体構成の概略図。  
【図2】 本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置のプラズマ発生領域とエッチングノズルの詳細図。  
【図3】 本発明の実施例1であるプラズマエッチング装置の他のプラズマ発生領域とエッチングノズルの詳細を示す斜視断面図。  
【図4】 本発明の実施例2である容量結合型電極部分の側断面図。  
【図5】 本発明の実施例3である容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。  
【図6】 本発明の実施例4である容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。  
【図7】 本発明の実施例5である容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。  
【図8】 本発明の実施例5である別の容量結合型電極部とエッチングノズル主要部の詳細図。  
【図9】 本発明の実施例6である誘導結合方式による装置の概略図。  
【図10】 本発明の実施例7であるマイクロ波結合方式による装置の概略図。  
【図11】 本発明の実施例8である別の方式による活性種ガスを生成する装置の概略図。

【手続補正8】  
【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】符号の説明  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【符号の説明】

- 1…発振器  
2…電極  
3…反応ガス管  
4、24、34、54、64、74、84、94、104…エッチングノズル  
5、25、95、105、115…半導体ウエハ

- 6、206…プラズマ発生領域
- 7…試料移動機構
- 8、28…移動台
- 9…エッチング室
- 10…搬送室
- 11…試料交換室
- 12、53、63、73、83…結合部
- 13、23、55、65、75、85…反応ガス供給管
- 14…ガス供給装置
- 15…搬送機構
- 16、26、96、106…圧力調整室
- 17…排気装置及びガス処理装置
- 18…ゲートバルブ
- 19…ガス排気管
- 20…制御装置
- 21…半導体素子回路
- 24-1、34-1、54-1、64-1、74-1、84-1…絞り口
- 24-2、34-2、64-2…ビーム整形部
- 27、47…排気口
- 29…ウエーハ保持部
- 30-1、30-2、50-1、50-2、60-1、60-2、70-1、70-2、70-3、80-1、80-2、80-3…電極端子
- 32-1、32-2、42、52-1、52-2、62-1、62-2、72-1、72-2、72-3、82-1、82-2、82-3…電極
- 201、31-1、31-2、41-1、41-2、51-1、51-2、61、71-1、71-2、71-3、81-1、81-2、81-3…誘電体
- 42-1、42-2…電極板
- 45…反応ガス
- 46…活性種ガス
- 91、101、205…反応ガス入口
- 92…コイル
- 93…励起ガス管
- 98-1、98-2…冷却媒体出入口
- 99…電磁気遮閉部
- 102…マイクロ波
- 103…励起ガス管
- 110…活性種ガス領域
- 111、112…反応ガスノズル
- 114…励起ガスノズル